COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Dumas présente, au nom de MM. *Édouard* et *Jules Brongniart*, fils de M. Adolphe Brongniart, l'éminent et regretté doyen de la Section de Botanique, l'Ouvrage intitulé « Recherches sur les graines fossiles silicifiées des terrains d'Autun et de Saint-Etienne », auquel il avait consacré les dernières années de sa vie.

Les dessins destinés à cette publication avaient été préparés par M. Brongniart lui-même ou sous ses yeux. M. Cuisin les a traduits en vingt-quatre Planches d'une admirable perfection. L'Imprimerie nationale, de son côté, s'est fait un honneur de donner des soins exceptionnels à cette publication, à laquelle l'Académie avait voulu s'intéresser.

Le concours de MM. Grand' Eury et Renault, collaborateurs de M. Brongniart, a permis de mettre sous les yeux du public les résultats de ses profondes études. La description des Planches où ils sont consignés avait été arrêtée par M. Brongniart et renferme sa pensée précise au sujet de la signification des fossiles qu'il venait d'analyser et de décrire avec une ardeur juvénile, émerveillé de retrouver dans ces restes de la flore antique

les détails les plus délicats de l'organisation des plantes vivantes les plus parfaites.

L'Académie n'a point oublié comment, entraîné par cette ardeur, M. Brongniart avait été frappé d'une paralysie des muscles de l'œil, à la suite de trop longues séances consacrées à l'examen microscopique des tissus des graines fossiles, qui lui révélaient tant de nouveaux aperçus.

Elle n'a pas oublié non plus qu'après avoir découvert dans ces graines fossiles l'existence d'une disposition ignorée dans les graines des espèces vivantes, celle d'une chambre destinée à recevoir le pollen et dans laquelle, par une circonstance bien imprévue, les grains de pollen intacts se montrent encore, il fut conduit à rechercher ce détail dans les plantes actuelles. Les graines fossiles qui l'offraient lui avaient paru appartenir à la famille des Cycadées : il eut la satisfaction, à la fois, de confirmer cette attribution et de retrouver sur le vivant la chambre pollinique, en soumettant à une analyse exacte des graines de Cycadées fécondées dans les serres du Muséum.

Les résultats surprenants des dernières études de M. Adolphe Brongniart faisaient un devoir à ses fils d'en conserver les moindres détails; ils expliquent le soin pieux qu'ils ont mis à les publier en l'état et dans la forme que notre illustre confrère leur avait donnée.

M. le **Président**, en mettant ce bel Ouvrage sous les yeux de l'Académie et en lui assignant une place dans la bibliothèque de l'Institut, ajoute que les remercîments de la Compagnie seront adressés à MM. Édouard et Jules Brongniart.

OPTIQUE. — *Note relative à un Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation, et des vitesses évaluées en chiffres au moyen de l'appareil du général Morin, dit* à plateau tournant, *pour l'observation des lois du mouvement;* par M. **Chevreul**.

« Malgré l'extrême désir que j'éprouve de présenter à l'Académie un dernier travail sur la vision des couleurs et d'exprimer ma gratitude à mon cher confrère, M. Tresca, du temps qu'il a bien voulu me donner pour déterminer, au moyen de l'appareil du général Morin, les vitesses respectives de rotation de mes *cercles complémentaires* dans les trois phases de leur mouvement, je me trouve dans l'impossibilité de faire cette Communication, car depuis quatre mois environ je suis réduit à un seul aide, main-

tenant loin de Paris, où l'a appelé un devoir de famille. Lundi dernier encore je pensais présenter aujourd'hui même des figures devenues indispensables à mes dernières recherches, dont, grâce à la découverte du *contraste rotatif*, fruit de mes derniers travaux, et à celle de la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir matériel*, point de départ de mes travaux sur la vision des couleurs, je puis en formuler l'ensemble en quelques principes.

» C'est avec la conviction que je ne me fais pas d'illusion sur l'exactitude de mes interprétations, que je tiens à mettre sous les yeux de l'Académie des figures concernant le *contraste rotatif* et les contrastes *simultanés de couleurs*, propres à mettre un terme aux opinions erronées que bien des gens se font de mes travaux sur la vision. Qu'on me permette d'ajouter que la Suède, dans ces derniers temps, a fait une obligation, aux personnes désireuses d'entrer dans la marine royale ou d'appartenir à l'administration des chemins de fer, d'être porteuses d'un certificat officiel attestant qu'elles voient bien les couleurs.

» Si des recherches sur la vision des couleurs, continuées pendant cinquante-six ans, peuvent justifier quelque espérance de ma part, c'est la pensée qu'elles pourront avoir de l'importance au point de vue de la sécurité publique, en présentant, dans le *joujou* que j'ai appelé *pirouettes complémentaires*, un moyen que des juges éclairés pourront consulter avec utilité, j'aime à le croire, lorsqu'il s'agira d'apprécier le langage des couleurs, soit qu'il s'agisse de pavillons de phares, soit de drapeaux-signaux dans les chemins de fer, chez ceux qui s'en servent ou doivent s'en servir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation spontanée du mercure et des métaux*; par M. BERTHELOT.

« 1. C'est une opinion fort répandue parmi les chimistes et les physiciens que le mercure dissout l'oxygène de l'air et s'oxyde peu à peu, dès la température ordinaire; on citait même autrefois à l'appui une expérience de Boerhaave sur l'extinction du mercure, dans un flacon fixé à une roue de moulin. La pellicule, sans cesse régénérée, que l'on observe à la surface des cuves de mercure peut être également rappelée. Toutefois, ces preuves n'ont pas paru décisives à d'autres savants : la présence de traces de métaux plus oxydables et autres substances pouvant expliquer la formation lente de certains oxydes, étrangers au mercure, et qui en détermi-

neraient l'émulsionnement; la présence même de l'oxyde de mercure n'a jamais été démontrée dans cette circonstance.

» Des recherches d'une autre nature ayant appelé mon attention sur cette question, j'ai fait diverses expériences pour préciser les conditions dans lesquelles le mercure s'oxyde, soit à l'état de pureté, soit en présence des acides et des métaux alcalins, ainsi que la nature du produit de son oxydation.

» 2. Du mercure parfaitement pur et sec a été extrait d'une fontaine à mercure, construite suivant le modèle usité à l'École Normale et au Collège de France ([1]), puis on l'a placé dans une cuvette de porcelaine rectangulaire, de façon à offrir une surface de 500^{cq} environ. Le métal ne faisait pas la queue, et un gros tube de verre promené à sa surface ne lui enlevait rien et n'était pas sali. On a recouvert la cuve avec une feuille de papier repliée sur les bords, pour éviter la poussière, et on l'a déposée dans une pièce servant de bibliothèque, à l'abri des vapeurs du laboratoire. Après vingt-quatre heures, à une température voisine de 10°, le métal était intact et n'abandonnait aucune pellicule au tube de verre; après quarante-huit heures, le métal commençait à céder au tube de verre une légère pellicule, et, à partir de ce moment, la formation de la pellicule, enlevée chaque jour, s'est renouvelée continuellement. En même temps, il s'est produit sur les parois de la cuvette, au niveau de la surface métallique, un enduit noirâtre.

» La pellicule ainsi enlevée a été détachée du tube ([2]) et placée dans un petit verre, et l'on a répété l'expérience, de façon à obtenir des produits représentant une surface d'un demi-mètre carré environ. Cela fait, on a fait écouler le mercure, qui s'était rassemblé en un gros globule dans le verre. Il est resté une poudre noirâtre, en très petite quantité. On a jeté sur

---

([1]) C'est un grand flacon de verre, dans lequel on introduit, à l'aide d'un entonnoir effilé, le mercure tiré directement des potiches d'origine ou purifié d'abord par l'acide azotique et la distillation. On verse à la surface du métal une couche épaisse d'acide sulfurique concentré, qui le dessèche, enlève les oxydes et arrête les poussières. Après un séjour de quelques semaines, on extrait le mercure par un robinet de verre, placé à la partie inférieure du flacon. La douille du robinet contient un cylindre de potasse, et la pointe en est effilée, de façon que l'écoulement ait lieu par un tube capillaire.

([2]) On peut encore mouiller la pellicule, sur le tube même, avec une goutte épandue d'acide chlorhydrique; puis entraîner l'acide et le mercure en projetant dessus un peu d'eau distillée : ce tour de main entraîne moins de pertes sur le protoxyde de mercure.

cette poudre deux gouttes d'acide chlorhydrique pur et concentré, on a secoué pendant quelques secondes, puis on a ajouté environ 1^{cc} d'eau distillée. L'eau est devenue louche, par suite de la mise en suspension d'une poudre blanche de protochlorure de mercure. L'addition d'une goutte d'ammoniaque a changé ce précipité en un composé noir caractéristique, lequel a été décoloré par l'acide chlorhydrique, puis reprécipité, sous forme de sulfure noir de mercure, par une goutte d'hydrogène sulfuré. Cette triple suite de réactions ne permet guère, je crois, de révoquer en doute la présence du protoxyde de mercure dans la pellicule formée peu à peu au contact du mercure pur et de l'air. La proportion en est d'ailleurs très faible : je doute que la pellicule recueillie sur une surface d'un mètre carré renferme plus de 1^{mgr} à 2^{mgr} d'oxyde; dose cependant suffisante pour entraîner dans la pellicule un poids de mercure s'élevant à plusieurs grammes. Cette expérience peut être reproduite indéfiniment, au moyen des pellicules régénérées chaque jour à la surface du mercure pur exposé à l'air.

» 3. L'expérience précédente ayant été faite au contact de l'atmosphère, c'est-à-dire en présence d'un volume d'air illimité, on peut se demander si l'oxydation du mercure ne serait pas provoquée par quelque trace de matière étrangère, contenue dans un grand volume d'air. La réponse à cette objection est facile. En effet, l'oxydation lente du mercure pur s'effectue également dans les flacons de verre proprement dit, où l'on conserve ce métal. Je possède deux échantillons de mercure, préparés dans un but spécial et purifiés, il y a quelques années, avec un soin particulier et par les méthodes les plus parfaites ; ils ont été conservés dans des flacons bouchés à l'émeri, contenant un cinquième environ de leur volume d'air. Or, dans l'un et l'autre flacon, le mercure est devenu terne et légèrement adhérent à la surface du verre; il s'est formé une pellicule noire au contact du flacon et du métal, c'est-à-dire qu'il y a eu oxydation, même en présence d'un volume d'air limité et peu ou point renouvelé.

» Mon savant ami, M. H. Sainte-Claire Deville, ayant bien voulu visiter avec moi des flacons contenant le mercure purifié pour les expériences qu'il a fait connaître il y a quelque temps à l'Académie et conservé dans la même pièce que ses balances de précision, nous avons reconnu qu'il s'était également formé dans ces flacons, au contact du verre et du métal, l'enduit caractéristique.

» J'ai encore consulté sur ce point M. Alvergniat, l'habile constructeur de nos pompes à mercure. Il a consenti à me céder 1200^{gr} de mercure très pur, extrait directement des potiches de fer d'origine, filtré à plusieurs reprises, purifié, tel enfin qu'il s'en sert pour la construction des ther-

momètres, des pompes et des baromètres. Ce métal, purifié depuis quelques jours à peine, laissait cependant un enduit à la surface d'un entonnoir de verre effilé, au travers duquel je l'ai filtré ; j'ai pu déceler dans cet enduit une trace de protoxyde de mercure. Quel que soit le nombre des filtrations, cet enduit s'observe toujours, d'après M. Alvergniat : c'est, à mes yeux, un indice de l'oxydation incessante du mercure pur.

» 4. Il résulte de ces faits que le mercure, de même que le fer, le zinc, le cadmium, le plomb, le cuivre, l'étain, éprouve, au contact de l'air, une oxydation superficielle, très légère d'ailleurs, et limitée par la difficulté du renouvellement des surfaces, et par l'absence de contact qui résulte de l'oxydation commencée. Elle suffit pour former un voile, qui ternit le métal et qui le protège, lorsqu'il est solide, contre une altération ultérieure. Pour que l'oxydation continue, il faut que ce voile se détache continuellement, comme il arrive pour la rouille du fer, formée dans l'air humide, ou pour l'hydrocarbonate de plomb, formé dans l'eau distillée, ou bien enfin pour le mercure, en raison de sa liquidité.

» 5. Cette oxydabilité s'accorde avec les données thermiques. En effet, l'oxydation du fer dégage par équivalent d'oxygène fixé : $+31^{Cal},9$ (rouille); celle de l'étain : $+34^{Cal},9$; celle du cadmium : $+33^{Cal},2$; celle du zinc : $+41^{Cal},8$, celle du plomb : $+26^{Cal},7$; celle du cuivre : $+21^{Cal},0$ (protoxyde); celle du mercure enfin : $+21^{Cal},1$ (protoxyde). Bien que toute réaction exothermique ne s'accomplisse pas d'elle-même d'une manière nécessaire, cependant les nombres précédents mettent en évidence la possibilité d'une oxydation spontanée des métaux. En fait, tous les métaux précédents se ternissent à l'air.

» L'oxydation n'est cependant pas appréciable pour les métaux dont la chaleur d'oxydation est très faible, tels que l'argent [1], par exemple : ce métal dégageant seulement $+3^{Cal},5$, c'est-à-dire un chiffre qui ne doit guère s'écarter de la chaleur dégagée par le changement d'état physique de l'oxygène devenant solide. C'est là d'ailleurs un résultat fréquemment observé dans la comparaison d'une même réaction, opérée sur une série de corps analogues : il arrive souvent que la réaction ne commence d'elle-même qu'à partir des corps qui dégagent une quantité de chaleur notable, comme s'il y avait une certaine résistance à surmonter, un certain travail préliminaire à accomplir pour déterminer les réactions.

» Mais aussi, et c'est là une conséquence nouvelle de la théorie ther-

---

(1) On sait que ce métal jaunit cependant à l'air libre : ce qu'on attribue à la sulfuration.

(2) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 6, 455, 536, etc.

mique que nous allons vérifier, la réaction deviendra plus prompte, plus facile, et même immédiate, si l'on fait intervenir un agent auxiliaire capable de se combiner, avec dégagement de chaleur, au corps qui doit prendre naissance : de telle façon que l'énergie totale mise en jeu dans le phénomène devienne plus considérable. Les faits attribués autrefois à l'*affinité* dite *prédisposante* rentrent dans cette interprétation, comme je l'ai montré depuis 1865 ([1]).

» L'altération du mercure et surtout celle de l'argent par l'oxygène de l'air, avec le concours des acides, fournissent des applications frappantes de ces principes thermochimiques. En effet, il suffit de placer le mercure pur dans un flacon, avec du gaz chlorhydrique renfermant un peu d'air, pour que la surface du flacon se trouve tapissée, au bout de quelques mois, par un enduit blanc de protochlorure de mercure. Le gaz chlorhydrique pur, au contraire, n'agit pas sur le mercure à la température ordinaire, mais seulement au rouge, et d'une façon incomplète ([2]). A froid, c'est l'oxygène de l'air qui intervient, avec formation de protochlorure et d'eau :

$$Hg^2 + HCl \text{ gaz} + O = Hg^2Cl + HO \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots + 53,4$$

réaction plus efficace que celle de l'oxygène pur sur le mercure, parce qu'elle fait intervenir en plus la chaleur dégagée par l'union du protoxyde de mercure et de l'acide chlorhydrique.

» L'acide chlorhydrique concentré lui-même attaque le mercure au contact de l'air. Cette attaque est nulle, c'est-à-dire inférieure à toute limite sensible, au bout d'une ou deux minutes; mais, si l'on attend quelques heures, il se forme une dose très appréciable de protochlorure, que l'on reconnaît en étendant d'eau et traitant par l'ammoniaque ou par l'hydrogène sulfuré.

» Dans cette circonstance, on pourrait encore expliquer la réaction en admettant que le mercure s'oxyde d'abord, puis que le protoxyde se change en protochlorure. La reproduction incessante des deux réactions accélérerait la chloruration du mercure, à peu près comme la présence d'un acide, même fixe, met en évidence la combinaison de l'azote et de l'hydrogène sous l'influence de l'étincelle électrique. Mais cette explication ne paraît pas applicable à l'argent.

([1]) Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 454.

([2]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 525.

» L'argent, en effet, se comporte de même que le mercure. Tandis que l'argent ne paraît pas oxydable par l'oxygène libre, on sait qu'il forme au contraire une dose appréciable de chlorure, au contact simultané de l'air et de l'acide chlorhydrique gazeux ou concentré.

» Or, l'oxydation directe de l'argent dégagerait seulement $+3^{Cal},5$, tandis que sa chloruration, effectuée avec le concours de l'air,

$$Ag + HCl \text{ gaz} + O = AgCl + HO \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +41,7$$

» L'acide acétique paraît agir de la même manière. On sait encore, et les observations de l'économie domestique confirment, que l'attaque de l'argent, au contact de l'air, a lieu sous l'influence du chlorure de sodium humide, lequel forme de la soude et du chlorure d'argent, avec un dégagement de chaleur très supérieur à celui qui résulterait d'une oxydation directe :

$$Ag + NaCl \text{ dissous} + O = NaO \text{ étendue} + AgCl, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +10,6$$

» Avec le cuivre et l'acide chlorhydrique, au contact de l'air, l'attaque est si rapide, que l'acide verdit presque instantanément : circonstance dans laquelle la dissolution de l'oxyde de cuivre dans l'acide accélère le phénomène, à la fois en mettant à nu la surface du métal et en augmentant la chaleur totale dégagée dans la réaction.

$$Cu + HCl \text{ dissous} + O = CuCl \text{ étendu} + HO, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +26,5$$

» La préparation de la céruse et du verdet, au moyen du plomb et du cuivre métallique, avec le concours de l'air et des acides, repose sur des principes thermochimiques analogues.

» Entre le mercure pur et l'acide sulfhydrique gazeux ou dissous, il n'y a pas d'action à froid. Mais, si l'air intervient, il se forme rapidement du sulfure de mercure. Ici, c'est l'hydrogène sulfuré qui est attaqué d'abord par l'oxygène, avec précipitation de soufre très divisé, lequel agit aussitôt sur le métal : ce mécanisme, un peu différent du précédent, se retrouve aussi vis-à-vis de l'argent et d'autres métaux : il repose toujours sur une suite de réactions exothermiques.

» On voit par là comment l'oxydation des métaux par l'oxygène de l'air, oxydation lente dans les conditions ordinaires, et si peu appréciable qu'elle ne s'oppose pas à l'emploi d'un grand nombre d'entre eux dans l'économie domestique, n'en est pas moins un fait très général, activé par l'intervention des acides (1), et qui confirme les règles de la Mécanique chimique. »

---

(1) Les alcalis eux-mêmes activent souvent l'oxydation des métaux, en raison des composés

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la propagation de la lumière.* Mémoire de M. **Gouy**, présenté par M. Desains. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Desains, Fizeau.)

« Ce Mémoire a pour objet l'étude théorique de la propagation de la lumière, dans les circonstances où la source de lumière et les divers corps dont on a à tenir compte, écrans, miroirs ou milieux transparents, se déplacent les uns par rapport aux autres, ou varient d'une manière quelconque. Je me suis proposé principalement de rechercher quelles relations existent entre la *vitesse de la lumière*, telle qu'on la mesure par les méthodes directes, et les autres éléments du mouvement lumineux.

» Dans cette première Partie, nous n'examinerons que le cas où les rayons gardent une direction constante, mais varient d'intensité, soit que la source elle-même éprouve des variations, soit qu'elle se trouve éclipsée par un écran mobile. Ce cas comprend, comme on le voit, la méthode de Roemer pour la mesure de la vitesse de la lumière, celle de M. Fizeau, et les observations d'Arago sur les étoiles variables. Nous laissons de côté, pour le moment, la méthode de Foucault, l'aberration, et ce qui s'y rattache.

» Cette question a été l'objet d'un petit nombre de recherches théoriques.

---

spéciaux qu'ils forment avec les oxydes métalliques, non sans dégagement de chaleur. Le fait est bien connu pour le zinc et l'aluminium, et c'est probablement par la formation temporaire de quelque combinaison analogue, soit à froid, soit à la température développée au moment de l'amalgamation, que sont explicables les observations suivantes. Les amalgames solides de sodium et de potassium renfermant 5 pour 100 de métal alcalin, par exemple, laissent un dépôt insoluble à la surface du mercure régénéré, lorsqu'on les traite par l'eau ou par les acides. Si l'on opère peu à peu, en évitant toute élévation notable de température, susceptible de déterminer une réduction de l'oxyde par l'hydrogène, on observe que le dépôt est formé par du bioxyde de mercure mélangé d'un peu de protoxyde, avec l'amalgame de potassium altéré par l'action de l'eau; tandis qu'il est constitué par du protoxyde de mercure, renfermant un peu de bioxyde, avec l'amalgame de sodium. Si l'attaque de l'amalgame a lieu par l'acide chlorhydrique étendu, on obtient surtout du bichlorure dissous, avec le potassium, et du protochlorure en suspension, avec le sodium. La présence de ces oxydes différents communique des nuances superficielles différentes aux deux amalgames, le premier étant jaunâtre, le second noirâtre.

Cauchy a exprimé par une intégrale sextuple le mouvement correspondant à un état initial donné dans un milieu quelconque; mais cette formule n'a été discutée que dans le cas simple où, les équations différentielles du mouvement vibratoire étant homogènes du second ordre, le milieu est dépourvu de dispersion, et peut-être serait-il difficile d'en faire usage dans les autres cas. Quoi qu'il en soit, cette discussion n'a pas été faite, et l'on n'a pas déterminé de quelle manière s'effectue, en général, la propagation de la lumière. Malgré cette lacune, on paraît admettre généralement que, pour chaque espèce de lumière homogène, la propagation s'effectue partout de la même manière que dans les milieux dépourvus de dispersion, c'est-à-dire avec une vitesse bien déterminée et toujours égale au rapport $\frac{\lambda}{T}$ de la longueur d'onde à la période vibratoire; mais cet énoncé, qui paraît d'abord presque évident, ne résiste pas à l'examen.

» Considérons, pour fixer les idées, un mouvement se propageant par ondes planes dans un milieu isotrope transparent, et supposons les vibrations rectilignes et de direction constante. Soient x la distance d'une molécule quelconque à un plan invariable parallèle aux ondes et situé du côté d'où vient la lumière, η le déplacement de cette molécule en grandeur et en signe. L'équation d'un mouvement simple sera

$$(1) \qquad \eta = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right),$$

l'amplitude a étant une constante ou une fonction de x et de t. Quoi qu'il en soit, une onde quelconque se transportera avec la vitesse $\frac{\lambda}{T}$; dès lors, il semble naturel d'admettre que chaque onde emporte avec elle son amplitude, en sorte que l'amplitude se transporterait aussi avec la vitesse $\frac{\lambda}{T}$ et la fonction a serait de la forme $f\left(x - \frac{\lambda}{T}t\right)$.

» Mais cette conservation de l'amplitude individuelle de chaque onde plane ne paraît naturelle que parce qu'elle a lieu en effet dans les mouvements vibratoires les mieux étudiés, où les équations différentielles se réduisent aux termes du second ordre. Elle n'a pas lieu dans les autres cas, et chaque onde se propage en général en variant d'amplitude, en sorte que la vitesse des ondes et la vitesse avec laquelle se transporte l'amplitude sont deux quantités différentes. On peut en donner un exemple bien simple.

» Au mouvement (1), où nous regardons a comme une constante, joignons un autre mouvement de même nature, où T et λ deviendront T′ et λ′. Ce mouvement et le mouvement (1) seront possibles si, dans chacun d'eux, la longueur d'onde et la période satisfont à une certaine équation de condition. Le mouvement résultant sera également possible, en vertu du principe de la superposition des petits mouvements.

» En posant

$$\frac{2}{l} = \frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}, \qquad \frac{2}{\theta} = \frac{1}{T'} + \frac{1}{T},$$

$$2k = \frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}, \quad 2Vk = \frac{1}{T'} - \frac{1}{T},$$

son équation peut s'écrire

$$(2) \qquad \eta = 2a \cos 2\pi k(x - Vt) \sin 2\pi \left(\frac{t}{\theta} - \frac{x}{l}\right).$$

Si T′ est très voisin de T, le facteur $2a \cos 2\pi k(x - Vt)$ varie très lentement par rapport à θ et à l; il exprime l'amplitude du mouvement vibratoire (2), dont la période θ et la longueur d'onde l sont sensiblement égales à T et à λ. Cette amplitude est représentée à chaque instant par une sinusoïde qui se transporte avec la vitesse V, dont l'expression peut s'écrire

$$(3) \qquad V = \frac{d\frac{1}{T}}{d\frac{1}{\lambda}} = \frac{\lambda}{T} - \lambda \frac{d\frac{\lambda}{T}}{d\lambda}.$$

» Ainsi, si le milieu est doué de dispersion, l'amplitude se transporte avec une vitesse qui n'est pas celle des ondes. Chacune des ondes, en marchant dans l'espace, varie périodiquement d'amplitude et s'éteint en des instants et en des points faciles à déterminer. Rien de tout cela n'aurait lieu si le milieu était dépourvu de dispersion, et cet exemple suffit à montrer la nécessité de ne pas se borner à de tels milieux, et de traiter la question à un point de vue plus général.

» Après avoir examiné quelques mouvements simples et compatibles avec la constitution d'un milieu isotrope, nous nous occupons des formules générales. La discussion des résultats montre qu'il n'y a pas, pour une source homogène donnée, une *vitesse de la lumière* déterminée, et indépendante de la manière dont on fait varier l'amplitude. Mais, dans toute expérience réalisable, cette variation s'effectue d'une manière graduelle et très lente par rapport à la période vibratoire; dans ce cas, les formules

se simplifient et l'amplitude se transporte comme dans un milieu non dispersif, mais avec la vitesse (3). C'est donc la valeur du coefficient que les physiciens nomment *vitesse de la lumière*.

» Il en résulte que l'indice de réfraction, qui dépend de la vitesse des ondes, est lié à la vitesse de la lumière par une relation facile à établir, qui se réduit à la relation connue si l'on néglige la dispersion. »

M. E. West adresse deux Notes faisant suite à ses Communications précédentes et portant pour titre « Sur les équations algébriques ; examen de la méthode de Wronski ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Michel adresse une Note relative à la transformation qu'a subie l'état sanitaire de la ville de Chaumont, par le changement des eaux servant à l'alimentation.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *P. Bert*, intitulé « Leçons de Zoologie professées à la Sorbonne (Enseignement secondaire des jeunes filles). Anatomie, Physiologie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients périodiques*. Note de M. G. Floquet, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note récente, j'ai établi qu'une équation différentielle linéaire homogène $P=0$, à coefficients simplement périodiques, de période ω, admet un système fondamental d'intégrales se partageant en groupes de la forme suivante,

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} F_1(x)=e^{rx}\,\varphi_{11}(x),\\ F_2(x)=e^{rx}[\varphi_{21}(x)+x\,\varphi_{22}(x)],\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots,\\ F_\lambda(x)=e^{rx}[\varphi_{\lambda,1}(x)+x\,\varphi_{\lambda,2}(x)+\dots+x^{\lambda-1}\,\varphi_{\lambda,\lambda}(x)],\end{array}\right.$$

où les φ désignent des fonctions de période ω.

» Je vais montrer que chacun de ces groupes peut se remplacer par un autre de même forme, mais plus simple, en ce sens que, dans ce nouveau groupe, chaque solution se déduit de la dernière par simple déviation.

» Je démontrerai dans ce but la proposition suivante :

» *Si l'expression*

$$f(x) = e^{\rho x}[\psi_0(x) + x\,\psi_1(x) + x^2\,\psi_2(x) + \ldots + x^\nu\,\psi_\nu(x)]$$

est une intégrale de l'équation $P = 0$, *les* ψ *désignant des fonctions de période* ω, *il en sera de même des* ν *premières dérivées de cette intégrale, prises en considérant* $e^{\rho x}$ *et les* $\psi(x)$ *comme des constantes.*

» Représentons, en effet, ces ν dérivées successives par les notations $\frac{df}{dx}, \frac{d^2f}{dx^2}, \ldots, \frac{d^\nu f}{dx^\nu}$. Puisque $f(x)$ est solution, $f(x+n\omega)$ l'est aussi, et il en est de même de

$$e^{-n\omega\rho} f(x+n\omega) = e^{\rho x}[\psi_0(x) + (x+n\omega)\,\psi_1(x) + (x+n\omega)^2\,\psi_2(x) + \ldots + (x+n\omega)^\nu\,\psi_\nu(x)],$$

quel que soit le nombre entier n. Or on a évidemment

$$e^{-n\omega\rho} f(x+n\omega) = f(x) + \frac{n\omega}{1}\frac{df}{dx} + \frac{(n\omega)^2}{1.2}\frac{d^2f}{dx^2} + \cdots + \frac{(n\omega)^\nu}{1.2\ldots\nu}\frac{d^\nu f}{dx^\nu},$$

et, cette expression satisfaisant à $P = 0$ pour une infinité de valeurs de $n\omega$, les dérivées $\frac{df}{dx}, \frac{d^2f}{dx^2}, \ldots, \frac{d^\nu f}{dx^\nu}$ sont donc nécessairement des intégrales.

» Il résulte de ce théorème que $\frac{dF_\lambda}{dx}, \frac{d^2F_\lambda}{dx^2}, \ldots, \frac{d^\nu F_\lambda}{dx}$ sont des intégrales. D'autre part, on peut, dans le groupe (1), sans altérer sa forme ni ses propriétés, remplacer chacune des fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_{\lambda-i}$ par une combinaison linéaire de cette fonction et de celles dont l'indice est moindre. Or, on établit sans peine que $\frac{d^iF_\lambda}{dx^i}$ est une combinaison linéaire de $F_1, F_2, \ldots, F_{\lambda-i}$. On peut donc substituer au groupe (1) le groupe plus simple

$$\frac{d^{\lambda-1}F_\lambda}{dx^{\lambda-1}}, \frac{d^{\lambda-2}F_\lambda}{dx^{\lambda-2}}, \ldots, \frac{d^2F_\lambda}{dx^2}, \frac{dF_\lambda}{dx}, F_\lambda.$$

» Je me propose d'indiquer prochainement comment ces considérations permettent d'obtenir la forme générale des intégrales d'une équation à coefficients doublement périodiques. Une pareille équation, aux périodes ω et ω', admet un système fondamental d'intégrales se partageant en groupes

de la forme (1), où les fonctions φ possèdent la période ω et sont en outre telles que l'on ait

$$\varphi_{m,m}(x+\omega')=k\,\varphi_{m,m}(x) \quad \text{ou} \quad \varphi_{m,n}(x+\omega')=k\,\varphi_{m,n}(x)+\sum_{i=n+1}^{i=m} C_{m,n,i}\,\varphi_{m,i}(x),$$

la constante k étant la même pour tous les φ d'un même groupe. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle propriété électrique du sélénium et sur l'existence des courants tribo-électriques proprement dits.* Note de M. R. **Blondlot**, présentée par M. Jamin.

« J'ai observé une propriété électrique nouvelle du sélénium, laquelle est mise en évidence par l'expérience suivante. A l'un des pôles d'un électromètre capillaire, on attache, au moyen d'un fil de platine, un fragment de sélénium recuit; à l'autre pôle, une lame de platine. Si l'on amène, en le tenant par un manche isolant, le sélénium au contact avec le platine, l'électromètre reste au zéro, comme on pouvait s'y attendre à cause de la symétrie du circuit; mais vient-on à frotter le sélénium contre la surface du métal, aussitôt l'électromètre est fortement dévié : on atteint facilement une déviation égale à celle que produirait un élément à sulfate de cuivre.

» J'ai constaté que, ni le frottement de deux métaux l'un contre l'autre, ni celui d'un corps isolant contre un métal, ni, bien entendu, celui de deux corps isolants, ne peut produire de charge de l'électromètre capillaire.

» Le courant produit par le frottement du sélénium est dirigé, à travers l'électromètre, du sélénium non frotté au sélénium frotté. On peut s'assurer que le courant thermo-électrique, obtenu en chauffant le contact sélénium-platine, va du sélénium chaud au sélénium froid dans le circuit extérieur ; par conséquent, le dégagement d'électricité que j'ai observé ne peut être attribué à la chaleur qui accompagne le frottement.

» Ce dernier point est important au point de vue théorique. Les courants que M. Becquerel a obtenus en frottant l'une contre l'autre deux plaques de métal reliées aux pôles d'un galvanomètre sont toujours, comme M. Becquerel l'a constaté, de même sens que ceux qu'on produirait en chauffant la surface du frottement [1]. M. Gaugain [2] a cru pouvoir

---

[1] Becquerel, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXVIII, p. 113; 1828.

[2] Gaugain, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, p. 31 ; 1865.

affirmer que ces courants étaient dus à l'échauffement produit par la friction, indépendamment de tout effet direct de celle-ci. M. G. Wiedemann partage la même opinion ([1]). Or l'expérience que j'ai faite montre que, dans le cas du sélénium, l'effet direct du frottement existe certainement; il est extrêmement probable qu'il en est de même dans le cas de deux métaux, comme l'avait présumé M. Becquerel.

» L'électromètre de M. Lippmann joue, dans l'expérience qui fait le sujet de cette Note, le rôle d'un galvanomètre d'une sensibilité très grande et indépendante de la résistance du circuit. Il n'y a pas ici équilibre entre la force électromotrice du ménisque de l'électromètre et celle de la source, à cause du peu d'électricité produite par cette dernière; la petite quantité d'électricité à haute tension produite par le frottement se communique au ménisque et, vu la grande capacité de celui-ci, n'en élève que fort peu la différence électrique.

» Ce dernier fait explique une particularité remarquable que j'ai observée : si, après avoir obtenu par le frottement une déviation électrométrique, on cesse de frotter, la déviation persiste; cela provient de ce que le sélénium, qui avait laissé passer l'électricité à haute tension due au frottement, oppose une résistance que ne peut supporter la faible polarisation du mercure de l'électromètre.

» Le choc et même la pression produisent le même effet que le frottement, quoique d'une manière moins marquée. »

CHIMIE. — *Action du phosphore sur les acides iodhydrique et bromhydrique.* Note de M. ALB. DAMOISEAU, présentée par M. Berthelot.

« On sait que le phosphore, chauffé à 160° avec une solution d'acide iodhydrique, donne de l'iodure de phosphonium. Le mécanisme de cette réaction, signalée par M. Oppenheim ([2]), est resté jusqu'ici assez obscur; les faits que je vais exposer fournissent des renseignements précis à son égard. D'ailleurs, ces faits, comme j'ai pu le constater, ne sont pas particuliers à l'acide iodhydrique; l'acide bromhydrique donne lieu à des phénomènes analogues.

» I. *Acide iodhydrique.* — Si l'on fait passer sur du phosphore blanc un

---

([1]) *Galvanismus*, t. I, § 168.

([2]) OPPENHEIM, *Bulletin de la Société de Chimie*, 2e série, t. I, p. 163.

courant de gaz iodhydrique, le phosphore ne tarde pas à fondre, après s'être recouvert d'une couche rougeâtre de biiodure de phosphore, tandis qu'il se sublime des cristaux réfringents d'iodure de phosphonium. La réaction étant des plus nettes, on peut faire absorber complètement le gaz iodhydrique par le phosphore. La chaleur dégagée transforme en phosphore rouge une petite proportion du phosphore employé; le reste se change dans les deux composés indiqués. Cette réaction de l'acide iodhydrique sur le phosphore blanc, en l'absence de l'eau, peut être représentée par l'équation suivante :

$$5\,Ph + 8HI = 2\,PhH^4I + 3\,PhI^2.$$

» La même expérience, faite avec du phosphore rouge froid ou même maintenu à 100°, ne donne qu'un peu d'iodure de phosphonium. Ce dernier prend naissance vraisemblablement aux dépens du phosphore blanc qui souille le phosphore rouge, car sa production ne tarde pas à s'arrêter.

» Si l'on introduit, à la température ordinaire, quelques fragments de phosphore blanc dans une solution concentrée d'acide iodhydrique, la même réaction s'effectue, mais moins rapidement. Après quelques heures, la liqueur contient un mélange de cristaux rouges d'iodure de phosphore et de cristaux incolores d'iodure de phosphonium. Le biiodure de phosphore ainsi que l'iodure de phosphonium, qui tous deux sont décomposés par l'eau, restent, en effet, inattaqués dans une solution d'acide iodhydrique relativement éloignée du point de saturation.

» Si l'on ajoute à l'acide iodhydrique un excès de phosphore, la quantité d'hydracide enlevé à la liqueur étant bientôt considérable, l'eau intervient et la réaction se modifie. Le biiodure de phosphore, en présence de l'eau, se décompose, et donne de l'acide phosphoreux et de l'acide iodhydrique. Ce dernier réagit sur le phosphore, pour produire de l'iodure de phosphonium et de l'iodure de phosphore qui est aussitôt décomposé, de telle sorte que PhI^2 disparaît, et les sels produits de la réaction sont l'acide phosphoreux et l'iodure de phosphonium. Dans ces conditions, les phénomènes observés seraient donc représentés par l'équation suivante :

$$2\,Ph + HI + 3H^2O^2 = PhH^4I + PhH^3O^6.$$

» L'hydrate d'acide iodhydrique à 3^{mol} d'eau se trouve donc absorbé intégralement par cette réaction. Mais, la composition de la solution saturée d'acide iodhydrique correspondant à une quantité d'eau supérieure

($3^{mol},5$), la proportion d'eau dans le mélange s'accroît rapidement et la réaction est limitée par la décomposition de l'iodure de phosphonium.

» Cela explique comment la formule donnée antérieurement par M. Baeyer, pour exprimer la formation de l'iodure de phosphonium par l'action de l'eau sur le biiodure de phosphore en présence du phosphore en excès, est d'une complication assez grande ; elle représente en effet, non pas une réaction, mais plutôt une série de réactions, aboutissant à un équilibre dans lequel figurent simultanément et les réactifs et les produits formés.

» Un fait vient d'ailleurs à l'appui de cette manière de voir. En faisant passer dans la liqueur une quantité convenable de gaz iodhydrique, ou même en introduisant un peu d'iode et de phosphore, la production de l'iodure de phosphonium recommence, et le tout se prend bientôt en une masse solide d'acide phosphoreux et d'iodure de phosphonium cristallisés.

» On peut utiliser cette réaction pour la préparation de l'iodure de phosphonium. On mélange 10 parties de phosphore blanc, aussi divisé que possible, et 22 parties de solution saturée à froid d'acide iodhydrique. Après quelques heures, lorsque la réaction a absorbé déjà une certaine quantité d'acide iodhydrique, on ajoute 2 parties d'iode. Bientôt le tout se prend en une masse de cristaux d'acide phosphoreux et d'iodure de phosphonium. On lessive le mélange à la trompe avec une solution d'acide iodhydrique, pour dissoudre l'acide phosphoreux, et l'on essore le résidu d'iodure de phosphonium. Ce dernier est légèrement teinté de rose, par une trace d'iodure de phosphore; il est suffisamment pur pour être employé dans un grand nombre de réactions.

» J'ajouterai que l'action, signalée par M. Oppenheim, du phosphore rouge à 160° sur l'acide iodhydrique s'effectue également à la température ordinaire, mais assez lentement. La production des cristaux d'iodure de phosphonium n'est manifeste qu'au bout de quelques heures.

» II. *Acide bromhydrique.* — Le phosphore ne réagit pas à froid sur l'acide bromhydrique dissous. En opérant en vase clos, dès 100°, et surtout à 120°, la réaction est rapide et le bromure de phosphonium se sublime à la partie supérieure du tube. Si l'on a soin de remplir presque complètement le tube scellé pour éviter, autant que possible, la dissociation de l'hydrate d'acide bromhydrique par la chaleur, on peut obtenir en bromure de phosphonium sublimé près du quart du volume de l'acide employé.

» Dans ces conditions, je n'ai pu observer la production de bromure de phosphore : cela s'explique, le tribromure de phosphore étant détruit dès

la température ordinaire, mais lentement, par une solution saturée d'acide bromhydrique (¹). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la waldivine*. Note de M. CH. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le *Simaba waldivia* (Simarubées) croît en Colombie, où on le confond quelquefois, mais à tort, avec le *Simaba cedron*, de la même famille. Son fruit, d'une amertume extrême, partage ainsi avec celui de ce dernier la réputation des propriétés merveilleuses que dans les républiques de l'Équateur on attribue au cédron et dont plusieurs voyageurs ont déjà entretenu l'Académie. A la demande de M. Dujardin-Beaumetz, désireux d'en étudier l'action physiologique et thérapeutique, j'ai recherché et isolé les principes actifs de ces deux fruits, qui m'ont été obligeamment fournis par M. Restrepo. Seul, celui du waldivia a pu être obtenu cristallisé; je l'appellerai *waldivine*.

» 2. *Préparation*. — On épuise avec de l'alcool à 70° le waldivia réduit en poudre très fine, puis on distille. Le résidu, encore chaud, est agité avec une grande quantité de chloroforme qui s'empare de la waldivine, et la solution chloroformique, séparée avec soin, est distillée à siccité. On reprend le résidu par l'eau bouillante qui abandonne par refroidissement la waldivine cristallisée. Plusieurs cristallisations et traitements par le noir la donnent parfaitement blanche.

» Le rendement est très variable selon l'état de maturité et de conservation des fruits : c'est ainsi que je l'ai vu varier de 1 à 8 pour 1000.

» 3. *Composition*. — Les cristaux de waldivine contiennent de l'eau de cristallisation. Leur composition peut être représentée par la formule

$$C^{36}H^{24}O^{20}, 5HO.$$

» Chauffés à 110°, ils perdent 10 pour 100 de leur poids : la formule exige 9,8. D'autre part, l'analyse du produit anhydre a donné les résultats suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour la formule $C^{36}H^{24}O^{20}$.
C	54,40	54,2	54
H	6,22	6,3	6
O	39,38	39,5	40
	100,00	100,0	100

(¹) Ce travail a été fait à l'Ecole de Pharmacie, au laboratoire de Chimie organique de M. Jungfleisch.

» 4. *Propriétés physiques.* — La waldivine cristallise en prismes hexagonaux terminés par une double pyramide hexagonale. Sa densité est de 1,46. Quand on la chauffe, elle perd d'abord son eau de cristallisation, puis fond en se colorant vers 230°; elle n'est pas volatile.

» La waldivine ne jouit pas du pouvoir rotatoire.

» Très peu soluble dans l'eau froide (600 parties à 15°), elle se dissout dans 30 parties d'eau bouillante; les acides et les sels augmentent singulièrement sa solubilité dans l'eau. A 15° elle se dissout dans 60 parties d'alcool à 70°; mais elle exige 190 parties d'alcool absolu. Le chloroforme la dissout abondamment. Elle est insoluble dans l'éther.

» Ses solutions aqueuses moussent abondamment par l'agitation. Son amertume est excessive.

» 5. *Propriétés chimiques.* — La waldivine est neutre.

» Ses solutions aqueuses précipitent par le tannin et l'acétate de plomb ammoniacal; elles ne précipitent pas par l'acétate neutre ni l'acétate basique de plomb.

» A froid, les acides sulfurique et azotique la dissolvent sans paraître l'altérer sensiblement. Elle ne se précipite pas quand on étend d'eau ces solutions; mais vient-on à les neutraliser avec un bicarbonate alcalin, elle se dépose en partie si le sel formé n'est pas en assez grande quantité pour la tenir en solution.

» La propriété la plus remarquable de la waldivine est la facilité avec laquelle elle est décomposée par les alcalis. Avec les alcalis caustiques, la perte de son amertume est presque instantanée; avec l'ammoniaque et les carbonates alcalins, la décomposition est moins rapide, surtout à froid; elle est plus tardive encore avec les bicarbonates alcalins. En même temps que l'amertume de la waldivine disparaît, la liqueur jaunit; elle redevient incolore si on l'acidifie. La solution qui contient ainsi les produits de décomposition de la waldivine réduit la liqueur de Fehling et dévie à droite le plan de polarisation; mais je n'ai pu la faire fermenter, de sorte que je n'ose affirmer la formation de glucose. Du reste, je me propose d'étudier les produits de ce dédoublement par les alcalis.

» 6. En 1851, M. Lewy retira du cédron une matière cristallisée, amère, qu'il appela *cédrine*. Depuis, M. Cloëz reprit cette étude, mais ne put retrouver la cédrine de M. Lewy [1], et, de mon côté, je n'ai pas plus réussi à obtenir cristallisé le principe amer que j'ai retiré du fruit du *Simaba*

---

[1] *Annales des Sciences naturelles.*

cedron. Mais, comme il est certain que c'est le vrai cédron que M. Lewy a eu entre les mains (¹), je suis porté à admettre, pour expliquer ces résultats contradictoires, que les fruits qu'il a traités ont pu se trouver mêlés avec le waldivia et que c'est ainsi ce dernier qui lui aurait donné les cristaux qu'il a obtenus. »

CHIMIE. — *Analyse immédiate des tourbes; leur constitution chimique.* Note de M. Ch.-Er. Guignet, présentée par M. P. Thenard.

« Sous le nom générique de *tourbe* on comprend des matières fort diverses. Nos recherches ont porté sur des tourbes de formation très moderne, de la vallée de la Somme. Ces produits se sont formés sous l'eau, en présence du carbonate de chaux.

» Traitées par une petite quantité d'eau dans l'appareil à épuisement de M. Cloëz, toutes ces tourbes donnent une solution de couleur ambrée, contenant les acides autrefois nommés *crénique* et *apocrénique* par Berzélius. Ces acides rentrent, comme on voit, dans la série des corps humiques étudiés par M. Paul Thenard. L'eau dissout, en outre, un peu de sulfate de chaux, mais point de matières sucrées.

» Les tourbes qui prennent naissance dans des terrains granitiques et sous d'autres climats contiennent beaucoup plus de matières solubles dans l'eau. Ainsi l'eau des marais tourbeux de Campos (province de Rio, Brésil) est parfaitement limpide et peut servir à la boisson; mais elle possède une couleur de café un peu claire. La matière brune qui produit cette coloration donne par l'action de l'eau de chaux des corps bruns insolubles, analogues à ceux de la tourbe des régions calcaires.

» En remplaçant l'eau par la benzine dans le traitement des tourbes de la Somme, on dissout une matière cireuse peu abondante. Tout récemment, l'illustre auteur de la découverte des phosphates fossiles en France, M. de Molon, a trouvé en Bretagne une tourbe qui abandonne à la benzine et autres dissolvants analogues une quantité considérable d'une matière rési-

---

(¹) M. Lewy cite textuellement le *Simaba cedron*. D'un autre côté, à la suite de la Note de M. Lewy, M. Dumas a ajouté qu'un voyageur, M. Saillard, de Besançon, avait rapporté une grande quantité de cédron, qui pourrait servir à des expériences chimiques et thérapeutiques. Or, comme j'ai pu le vérifier sur ces fruits, que M. le Dr Saillard fils a bien voulu me confier, ce cédron est bien le fruit du *Simaba cedron* et non celui du *Simaba waldivia* (*Comptes rendus*, 1851).

neuse brune. En distillant cette tourbe dans le vide, sous l'action d'un courant de vapeur surchauffée, M. de Molon obtient une quantité de paraffine suffisante pour l'exploitation industrielle.

» Employé comme dissolvant, l'alcool à 90° donne avec les tourbes de la Somme une solution d'un vert très clair qui laisse déposer par le refroidissement d'abondants flocons de cire végétale, identique à celle qu'on trouve dans les feuilles. Quant à la matière verte, elle a conservé les caractères de la chlorophylle. Bien qu'assez altérable, cette matière se conserve donc dans les tourbes de formation moderne, du moins en partie.

» Outre les substances précédentes, les tourbes renferment des *glucosides* (ou composés analogues), dont la présence est facile à constater.

» La tourbe, finement pulvérisée, est d'abord traitée à l'ébullition par l'acide acétique étendu d'eau, de manière à enlever le carbonate de chaux mélangé; puis on lave et on fait bouillir la matière avec de l'acide sulfurique étendu de dix fois son poids d'eau.

» Après filtration, le liquide est saturé par le carbonate de baryte ou de chaux. On évapore à sec et on reprend par l'alcool, qui dissout au moins deux matières d'un goût franchement sucré, réduisant la liqueur cupro-tartrique. Ces deux matières peuvent être séparées, l'une étant précipitable par l'acétate neutre de plomb, l'autre par le sous-acétate.

» Quant à la tourbe qui a subi l'action de l'acide, on la sèche après l'avoir bien lavée et on la traite par l'alcool, qui dissout d'abondantes matières résineuses d'un jaune brun, légèrement solubles dans l'eau. La solution aqueuse précipite le perchlorure de fer en brun foncé, comme certains dérivés des tannins.

» On pourrait penser que les matières sucrées proviennent de l'action de l'acide sulfurique sur les matières cellulosiques plus ou moins altérées que renferme la tourbe; mais il n'en est rien, car on n'obtiendrait pas dans ce cas des matières résineuses insolubles dans l'acide et solubles dans l'alcool.

» Ainsi la tourbe contient des glucosides dont il sera possible de déterminer la nature, malgré les sérieuses difficultés que présentent les recherches de ce genre.

» Quant aux corps bruns solubles dans les alcalis que renferme la tourbe, ils seront l'objet d'une autre Communication. Une partie au moins de l'azote total renfermé dans la tourbe (jusqu'à 3 pour 100) entre dans la composition de ces matières brunes, qui appartiennent à la curieuse série des corps bruns azotés si bien étudiés par M. Paul Thenard. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du Sahara septentrional.* Note de M. J. **Roche**, présentée par M. Delesse.

« La mission d'exploration transsaharienne, placée sous la direction de M. le lieutenant-colonel Flatters, et à laquelle j'étais attaché, est parvenue, dans un premier voyage, jusqu'au lac Menkhough, dans la vallée des Igharghareu (longitude, 6°2′ E.; latitude, 26°26′), à 800^{km} d'Ouargla, point extrême de nos possessions algériennes (longitude, 3°6′ E.; latitude, 31°58′). Pendant ce trajet, j'ai pu examiner tous les terrains qui constituent le Sahara septentrional, savoir les terrains quaternaire, crétacé et dévonien.

» Ouargla (altitude, 160^{m}) fait encore partie du bas-fond qui comprend la région des Chotts et l'Oued Rhir. A partir de ce point, et dans les directions de l'est, du sud et de l'ouest, le terrain s'élève constamment en pente douce. Cette contrée forme une cuvette quaternaire, dont les bords vont reposer en stratification concordante sur des hamadas ou plateaux crétacés, dont les altitudes sont de 350^{m} environ à l'est et au sud, et de 450^{m} à 600^{m} à l'ouest, depuis El Goléah jusqu'au Mzab. Au sud, à 400^{km} d'Ouargla, dans la région que nous avons explorée, les plateaux crétacés ont seulement 50^{km} à 100^{km} de largeur; ils se terminent par des escarpements de 50^{m} à 100^{m} de hauteur. De larges vallées séparent ces escarpements des plateaux dévoniens du massif central Touareg, qui s'élève peu à peu vers le sud, et dont l'altitude dépasse 800^{m} près de l'Oued Tidjoudjelt, non loin du lac Menkhough. Le massif central lui-même se divise en plusieurs plateaux, séparés les uns des autres par des vallées remplies d'alluvions et analogues à la vallée de l'Oued Igharghar.

» Dans les environs d'Ouargla, le terrain quaternaire a une puissance de près de 100^{m}. Il est formé par des grès à éléments quartzeux, dont le ciment est argileux ou calcaire. Vers Ouargla, ces éléments constitutifs sont des grains roulés de quartz hyalin, ne dépassant pas 0^{m},002 ou 0^{m},003; plus au sud d'Ain Taiba (longitude, 3°39′ E.; latitude, 30°17′), à El Biodh (longitude, 3°50′ E.; latitude, 28°31′), point où finit le quaternaire, ce sont surtout des fragments plus ou moins arrondis de quartz ou de feldspath, dépassant souvent 0^{m},01.

» Les grès sont généralement jaunes. Ils sont tantôt très quartzeux, tantôt très argileux et d'autres fois très calcaires. Au centre de la cuvette

quaternaire, la partie supérieure de l'étage est ordinairement formée par un calcaire, parfois tufacé, mélangé de quelques petits grains roulés de quartz.

» Au sud d'Ouargla, sur une longueur d'environ 50^{km}, s'étend la région des Kantras, plateaux séparés par des dépressions de 30^{m} à 40^{m} de profondeur. Là, comme dans les environs d'Ouargla, le terrain quaternaire a subi de très fortes érosions.

» Des dunes, atteignant jusqu'à 200^{m} de hauteur, recouvrent une grande partie de la surface du quaternaire. Je signalerai un fait très important, à la fois au point de vue du chemin de fer transsaharien et au point de vue géologique : c'est l'existence, au milieu du grand Erg ou du massif des grandes dunes, au sud d'Ouargla, entre Ain Mokhanza et El Biodh, d'une large région plane de 250^{km} de longueur, recouverte seulement de dunes isolées, parallèles, allongées dans la direction du méridien magnétique et distantes les unes des autres de plusieurs kilomètres. C'est dans la partie orientale de cette région que se trouve, dirigé aussi N.-S. magnétique, le lit de l'Oued Igharghar, lit sans berges, marqué par des fragments de lave roulés et par quelques coquilles d'eau douce, cyrènes et planorbes. Le parallélisme des dunes et de l'Oued Igharghar montre entre ces deux phénomènes une certaine corrélation.

» Entre El Biodh et Temassinin (longitude, 4°37′ E. — latitude, 28°6′), le terrain se compose essentiellement de deux hamadas ou plateaux, de 40^{km} à 50^{km} chacun, suivis de deux escarpements, correspondant à deux étages successifs du crétacé, le turonien et le cénomanien.

» Le premier plateau, dont le sol est recouvert par de nombreux fragments de silex noir et de calcaire dolomitique, se termine par un escarpement de 80^{m}, composé d'une corniche de calcaire dolomitique de 10^{m}, couronnant une masse de marnes blanches, jaunes ou vertes, un peu gypseuses.

» Le second plateau est suivi d'un escarpement atteignant jusqu'à 100^{m}, composé aussi d'une corniche de calcaire blanc ou jaune, d'environ 20^{m}, surmontant une grande formation de marnes vertes ou rouges, dans laquelle s'intercalent des couches de gypse cristallisé.

» Dans le banc calcaire supérieur du second escarpement, j'ai trouvé un assez grand nombre de fossiles, qui, d'après M. Douvillé, appartiennent tous au cénomanien supérieur. Ce sont l'*Ostrea flabellata* (abondante), l'*Ostrea columba*, l'*Ostrea Coquandi*, l'*Ostrea Baylei*, l'*Hemiaster Batnensis*, l'*Heterodiadema Lybicum* et la *Janira æquicostata*. Le second escarpement est donc cénomanien et correspond complètement à l'étage vu par M. G. Rolland près d'El Goléah. Le premier escarpement n'a présenté aucun fossile;

mais, d'après sa position et par comparaison avec la coupe donnée par M. Rolland, je crois pouvoir le rattacher avec certitude à l'époque turonienne.

» Le plateau ou *tasili* des Touareg Azgar, dont nous avons suivi le bord oriental sur une longueur de 200^{km}, le long de la vallée des Igharghasen, est constitué par des grès quartzeux dont l'extérieur est presque toujours noir, tandis que la cassure en est souvent blanche ou peu foncée. Ces grès sont ordinairement cristallins et très durs; parfois ils deviennent argileux et même schisteux, et passent à des schistes argileux micacés. On y rencontre quelques gisements de minerai de fer peroxydé. Nous avons pu trouver dans ce terrain, principalement dans les schistes argileux, certains fossiles, un trilobite voisin du *Prætus Cuvieri*, un fragment de *pigidium* de *Calymene?* des *Leptæna*, le *Strophomene quadrangularis*, l'*Atrypa prisca*, l'*Atrypa reticularis*, un fragment d'*Orthis* rappelant la *Striatula*, un *Spirifer* voisin du *subspeciosus*, une *Rhynchonelle* du groupe de la *Wahlenbergi*. Aucun de ces fossiles n'est ni bien net ni bien caractéristique; cependant, de leur ensemble, il semble résulter que le plateau des Touareg Azgar appartient au dévonien, et peut-être même au dévonien moyen. Dans le Sahara septentrional, les terrains éruptifs ne sont représentés que par quelques fragments de lave dans les vallées de l'Igharghar et des Igharghasen. Ces laves, noires et scoriacées, paraissent provenir d'anciens volcans situés au milieu du massif central des Touareg.

» Tous les terrains du Sahara septentrional sont en couches à peu près horizontales, ou du moins fort peu inclinées. De là résulte que les accidents topographiques y sont dus spécialement à de grands phénomènes d'érosion, qui se sont continués encore au delà de la période quaternaire, puisque le terrain quaternaire lui-même a subi de très forts ravinements.

» L'étude hydrologique de la région parcourue a donné des résultats assez satisfaisants. A la base du quaternaire existe une nappe aquifère, qui affleure dans les chotts d'Ouargla; elle a été recoupée par les nombreux puits creusés dans les dépressions de la région des Kantras, et se montre encore dans les deux entonnoirs naturels d'Ain Mokhanza et d'Ain Taiba. Il est évident que cette nappe aquifère doit se prolonger sur une certaine distance au delà d'Ain Thaiba, dans la direction d'El Biodh. En outre, la vallée des Igharghasen et probablement aussi la vallée de l'Igharghar contiennent de l'eau à une assez faible profondeur.

» Enfin, il convient de citer les puits artésiens d'Ouargla et de Temassinin. La nappe artésienne d'Ouargla est le prolongement de la nappe de

l'Oued Rhir; celle de Temassinin, située au milieu des alluvions, paraît venir du sud, par les vallées de l'Igharghar ou des Ighargharen. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes d'optique et de vision.* Note de M. Trève, présentée par M. Desains.

« Certaines considérations théoriques, que j'aurai, vraisemblablement, l'occasion de développer dans quelques mois, m'ont conduit à constater les phénomènes suivants :

» Lorsqu'on examine une flamme de lampe à travers une fente fine, l'éclat de la flamme et les effets de diffraction produits varient beaucoup suivant que la fente est verticale ou horizontale. Dans le second cas, l'éclat est beaucoup plus considérable que dans le premier.

» On peut fixer le disque dans lequel la fente est percée au bout d'un tube noirci de $0^m,1$ ou $0^m,2$ de longueur, et alors le phénomène présente un éclat et un intérêt tout spéciaux ([1]), si le tube renferme un prisme ou un système de prismes, analogue à celui des spectroscopes à vision directe. La fente doit être parallèle à la direction commune des arêtes réfringentes de ces prismes. »

M. C. Widemann adresse, par l'entremise de M. Jamin, une Note relative aux propriétés électriques du papier pyroxylé.

M. E.-J. Maumené adresse une Note relative à l'absorption de l'oxygène par le mercure. Les différences entre les résultats obtenus par les divers expérimentateurs seraient probablement dues, selon M. Maumené, à la quantité plus ou moins grande d'argent que contiendrait le mercure.

M. L. Hugo adresse une Note « sur le nombre 365, comme dérivant de la décade pythagoricienne ».

M. Dubalen annonce à l'Académie la découverte d'une grotte préhistorique dans le département des Landes.

« Cette grotte, dite *du Pape*, ouverte au niveau de la vallée, est située à Brassempouy, dans le domaine de M. de Poudenx. Les premières fouilles ont

([1]) La grandeur de la différence n'est peut-être pas indépendante de la qualité de l'œil de l'observateur.

fait découvrir quelques rares pièces, semblables à celles du Moustier, et une quantité assez considérable de silex de la forme de ceux de la Magdeleine, avec de belles gravures, de nombreux poinçons, dents percées, etc., une olive en pierre polie, semblable aux pierres de jet des peuplades de la Nouvelle-Calédonie.

» Les espèces rencontrées au-dessus du niveau de la grotte sont : le cheval, le renne, le bœuf, le cerf, le loup, la chèvre, le renard, le blaireau, des rongeurs divers, des ossements de poisson, une dent humaine; dans les niveaux inférieurs, peu explorés, l'hyène, le cheval, le bœuf, le mammouth, le rhinocéros, le grand chat, le petit ours.

» Dans les débris quaternaires qui tapissent le pied du coteau, on retrouve les ossements roulés et les dents de toute la deuxième série des animaux, sans silex taillés. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 novembre 1880.

Ministère de l'Instruction publique. Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart; année 1879. I, *Étude des orages en France et Mémoires divers*; IV, *Météorologie générale*. Paris, Gauthier-Villars, 1880; 2 vol. in-4°.

Projet d'une capitale modèle; texte et plans, *par* A. Mathieu. Paris, J. Baudry, 1880; in-4° relié.

Projet de canaux maritimes et d'eau douce à travers l'Europe, texte et plans; *par* A. Mathieu. Paris, J. Baudry, 1880; in-4° relié.

Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. Paléontologie; par G. Vasseur : Atlas, *Pl. IV* et *V*. Paris, 1880; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

Conchyliologie fluviatile de la province de Nan-King et de la Chine centrale ; par le R. P. Heude. X^{e} fasc. Paris, F. Savy, 1880 ; in-4°. (Présenté par M. H. Milne Edwards.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents, 1880, octobre. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Annales agronomiques; par M. P.-P. DEHÉRAIN. 3e fasc., octobre 1880. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

N° 627. Dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Description et usage du petit cercle méridien portatif; par M. DE BERNARDIÈRES. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Étude de la question de chaleur souterraine et de son influence sur les projets et systèmes d'exécution du grand tunnel alpin du Simplon; par G.-T. LOMMEL. Lausanne, impr. Corbaz, 1880; br. in-8°.

Esquisse géologique du nord de la France et des contrées voisines; par M. J. GOSSELET; 1er fasc. : *Terrains primaires*, texte et planches. Lille, aux Archives de la Société géologique du Nord, 1880; in-8°.

Notes sur les sables tertiaires du plateau de l'Ardenne; par M. GOSSELET. Lille, impr. Six-Horemans, 1880; br. in-8°.

Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais; par MM. GOSSELET et BERTAUT. Sans lieu ni date; br. in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Bordin de l'année 1880.)

The Journal of the Linnean Society. Botany, nos 103, 104, 105, 106, 107; *Zoology*, n° 80. London, 1879-1880; 4 livr. in-8°.

The Transactions of the Linnean Society of London. Botany, vol. I, part. 7, 8, 9; *Zoology*, vol. II, part I. London, 1879-1880; 4 livr. in-4°.

On the physical structure and hypsometry of the Catskill mountain region; by A. GUYOT. Sans lieu ni date; br. in-8°, avec une Carte (From the *American Journal of Science*, vol. XIX.)

Sui vasi propri della Phalaris nodosa. Nota del Socio ordin. G.-A. PASQUALE, adunanza del 2 di ottobre 1880. (Estratto dal *Rendiconto della reale Accademia delle Scienze fis. e mat. di Napoli.*) (Présenté par M. Decaisne.)

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI; disp. 7a, luglio 1880. Roma, tip. A. Paolini, 1880; in-4°.

Le singole forze della natura fisiche, chimiche, vitali, ecc., siccome un semplice effetto di moti speciali dell' etere, di M. GIORDANO. Torino, G. Speirani, 1880; in-8°.

Coralli giurassici dell' Italia settentrionale. Memoria di A. D'ACHIARDI. Pisa, T. Nistri, 1880; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 NOVEMBRE 1880.

Recherches sur les graines fossiles silicifiées; par ADOLPHE BRONGNIART, précédées d'une *Notice sur ses travaux, par* J.-B. DUMAS. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°, avec portrait et planches chromolithographiques.

Les tarifs des chemins de fer et l'autorité de l'Etat; par M. L. AUCOC. Paris, Dunod, 1880; br. in-8°.

Leçons de Zoologie professées à la Sorbonne (enseignement secondaire des jeunes filles); par M. PAUL BERT : *Anatomie, Physiologie.* Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques. Rapport sur la session de Lisbonne; par M. E. CARTAILHAC. Paris, E. Boban, 1880; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles. 1881. Bruxelles, F. Hayez, 1880; in-32.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. VI, 2e fasc. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°.

Les étoiles et les curiosités du ciel. Supplément à l'Astronomie populaire; par C. FLAMMARION. Livr. 1 à 10. Paris, Marpon et E. Flammarion, 1880; grand in-8°, illustré.

Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Boisschot et d'Aerschot; par M. le baron O. VAN ERTBORN. Bruxelles, F. Hayez, 1880; 2 br. in-8°.

Levé géologique des planchettes de la Carte topographique de la Belgique; par M. le baron O. VAN ERTBORN, avec la collaboration de MM. P. COGELS, BOISSCHOT, AERSCHOT, LIERRE, PUTTE et HEYST-OP-DEN-BERG. Bruxelles, 1880; cinq Cartes en une feuille.

History of north american pinnipeds; a monograph of the walruses, sea-lions, sea-bears and seals of North America; by J. ASAPH ALLEN. Washington, Government printing Office, 1880; in-8°.

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1879. Berlin, 1880; in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. IV, disp. X; t. V, disp. I-X; t. VI, disp. I-IX. Venezia, 1877-1880; 19 livr. in-8°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XX, part. II et III; vol. XXI, part. I.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani; disp. 6a, giugno 1880. in-4°. (Deux exemplaires.)